

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2002-228800

(43)Date of publication of application : 14.08.2002

(51)Int.Cl.

G21K 5/04
B01J 19/12
// A61L 2/08

(21)Application number : 2001-027640

(71)Applicant : NISSIN HIGH VOLTAGE CO LTD

(22)Date of filing : 05.02.2001

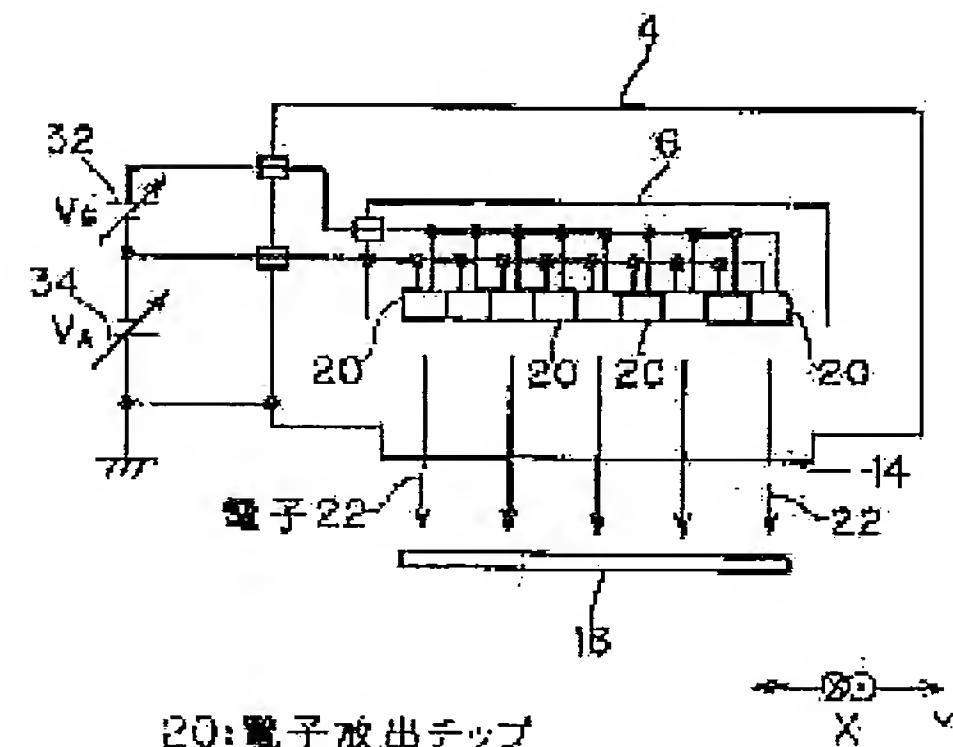
(72)Inventor : IWAMOTO EIJI
HAYASHI TSUKASA
NISHIKIMI TOSHIRO

(54) ELECTRON BEAM IRRADIATION DEVICE

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide an electron beam irradiation device capable of solving problems due to heat generation of filaments, problems due to the concentration of electrons emitted from the respective filaments, and problems arising when window foil is broken during the heating of the filaments.

SOLUTION: This electron beam irradiation device has, as electron sources, not filaments but a plurality of electron emission chips 20 each having a multitude of nanotubes for emitting electrons 12 by field emission. The chips 20 are arranged long in the Y direction in a vacuum container 4.



(19)日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開2002-228800

(P2002-228800A)

(43)公開日 平成14年8月14日 (2002.8.14)

(51)Int.Cl.⁷

G 21 K 5/04

B 01 J 19/12

// A 61 L 2/08

識別記号

F I

テ-ヤコ-ト^{*}(参考)

G 21 K 5/04

F 4 C 0 5 8

C 4 G 0 7 5

B 01 J 19/12

A

A 61 L 2/08

審査請求 未請求 請求項の数 3 OL (全 8 頁)

(21)出願番号

特願2001-27640(P2001-27640)

(22)出願日

平成13年2月5日 (2001.2.5)

(71)出願人 000226688

日新ハイボルテージ株式会社

京都府京都市右京区梅津高畠町47番地

(72)発明者 岩本 英司

京都府京都市右京区梅津高畠町47番地 日

新ハイボルテージ株式会社内

(72)発明者 林 司

京都府京都市右京区梅津高畠町47番地 日

新ハイボルテージ株式会社内

(74)代理人 100088661

弁理士 山本 恵二

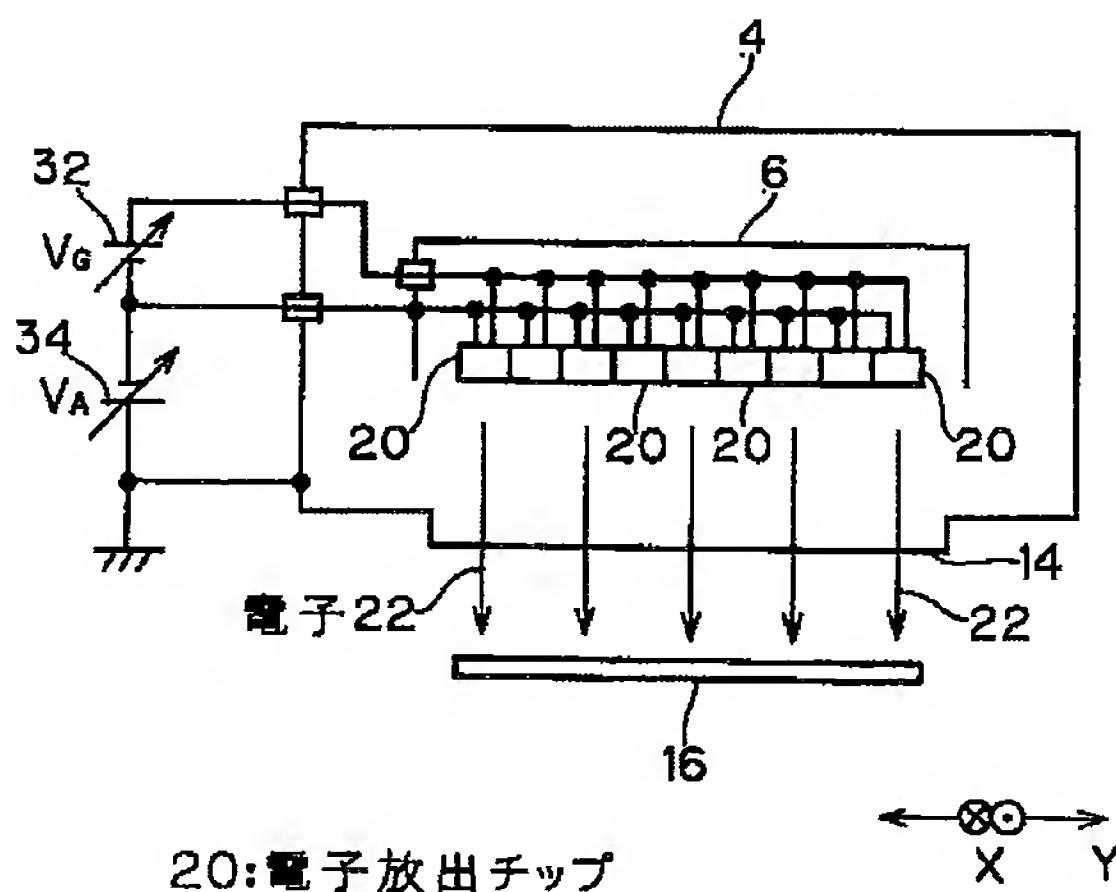
最終頁に続く

(54)【発明の名称】 電子線照射装置

(57)【要約】

【課題】 フィラメントの発熱に起因する課題、各フィラメントから放出される電子が集中することに起因する課題およびフィラメント加熱時に窓箔が破れたときの課題を解決することのできる電子線照射装置を提供する。

【解決手段】 この電子線照射装置は、電子源として、フィラメントではなく、多数のナノチューブを有していて電界放出によって電子22を放出する複数個の電子放出チップ20を備えており、これを真空容器4内にY方向に長く配列している。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】 真空容器と、この真空容器内に配列されていて、多数のナノチューブおよびそれに対向するグリッドを有していて電界放出によって電子を放出する複数個の電子放出チップと、この各電子放出チップに電子を放出させる電圧を印加するグリッド電源と、前記各電子放出チップから放出された電子を加速する加速電源と、前記真空容器の内外の雰囲気を分離すると共に、前記各電子放出チップから放出されかつ加速された電子を透過させる窓箔とを備えることを特徴とする電子線照射装置。

【請求項 2】 前記各電子放出チップから放出する電子の量を一定に制御する制御回路を各電子放出チップごとに設けている請求項 1 記載の電子線照射装置。

【請求項 3】 前記複数個の電子放出チップを複数のグループに分け、この各グループから放出する電子の量を一定に制御する制御回路を各グループごとに設けている請求項 1 記載の電子線照射装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 この発明は、電子線を被照射物に照射して、被照射物の架橋、改質、硬化、殺菌、その他の表面処理に用いられる電子線照射装置に関し、より具体的には、多数のナノチューブを有する電子放出チップを電子源として備えている電子線照射装置に関する。

【0002】

【従来の技術】 従来の電子線照射装置の一例を図 5 に示す。なお、これと同様の装置は、例えば特開 2000-171599 号公報に記載されている。電源回路の詳細例は、例えば特開平 11-211900 号公報に記載されている。

【0003】 この電子線照射装置は、電子を走査することなく、X 方向に相対的に短く、当該 X 方向と直交する Y 方向に相対的に長い平面形状（例えば帯状または矩形状）の電子（電子線）12 を発生させる装置であり、非走査型またはエリア型と呼ばれる。

【0004】 この電子線照射装置は、Y 方向に長い筒状の真空容器 4 内に、Y 方向に長い筒状のシールド電極 6 を設け、このシールド電極 6 内に、X 方向に沿う直線状のフィラメント 8 を複数本（例えば 38 本程度）Y 方向に並設した構造をしている。この Y 方向は、電子 12 の照射幅方向とも呼ばれ、フィラメント 8 を並設する数は、必要とする照射幅に応じて選ばれる。

【0005】 シールド電極 6 の開口部には、各フィラメント 8 から放出された電子 12 を引き出す引出し電極 10 が設けられている。

【0006】 引出し電極 10 に対向する真空容器 4 の開口部には、真空容器 4 内の雰囲気（真空）と真空容器外の雰囲気（例えば大気）とを分離すると共に、引出し電

極 10 を通して引き出されかつ加速された電子 12 を透過させる窓箔 14 が設けられている。

【0007】 各フィラメント 8 は、互いに並列接続されていて、フィラメント電源（図示省略）によって高温に加熱されて電子 12 を放出する。

【0008】 各フィラメント 8 と引出し電極 10との間には、電子 12 を引き出すための引出し電圧（例えば数百 kV 程度）が引出し電源（図示省略）から印加される。

【0009】 引出し電極 10 とシールド電極 6 は互いに同電位であり、窓箔 14 と真空容器 4 も互いに同電位であり、前者と後者間には、電子 12 を加速するための加速電圧（例えば数百 kV 程度）が加速電源（図示省略）から印加される。

【0010】 窓箔 14 を透過させて外に取り出された電子 12 は、被照射物（図 5 では図示省略。図 1 の被照射物 16 参照）に照射される。これによって、当該被照射物に、架橋、改質、硬化、殺菌等の処理を施すことができる。被照射物は、例えば、X 方向に沿って搬送される。

【0011】

【発明が解決しようとする課題】 従来の電子線照射装置は、電子源として、高温に加熱されて熱電子を放出する複数本のフィラメント 8 を用いており、これに起因して、次に示す課題を有していた。

【0012】 (1) フィラメント 8 の発熱に起因する課題

フィラメント 8 の高温加熱に伴って、フィラメント 8 およびその近傍の構造物（例えばシールド電極 6、引出し電極 10、絶縁物等）が高温に（例えば数百°C 程度に）加熱され、それらからアウトガスが発生する。前述したように、引出し電極 10 等と窓箔 14 等との間には例えば数百 kV という高圧の加速電圧が印加されるので、このアウトガス発生に伴って、加速電圧が印加される部分間で空間放電あるいは沿面放電が起こりやすくなり、加速電圧の印加、ひいては電子 12 の加速および取り出しが不安定になる。

【0013】 この対策として、従来は、電子 12 を正規に取り出す前に、コンディショニング工程と呼ばれる、電子 12 の取り出しを安定させる慣らし運転を行う必要があった。しかもこのコンディショニング工程には、長時間を要していた。

【0014】 (2) 各フィラメント 8 から放出される電子 12 が集中することに起因する課題

線状の各フィラメント 8 から放出される電子 12 の量は、その長さ方向（X 方向）に均一ではなく、中央付近に集中する傾向にある。即ち、山形の電流密度分布になる（例えば、前記特開 2000-171599 号公報の図 5 参照）。窓箔 14 は、電子 12 の透過損失によって加熱されるので、電子 12 の上記のような集中に対応して、窓箔 14 も局所的に集中加熱され、これが窓箔 14

の寿命を短くすると共に、窓箔14が破れる一因にもなっていた。また、窓箔14を通して取り出す電子12の電流密度の平均値を上げようとすると、上述した局所的な電流密度が上がり、窓箔14が局所的に集中加熱されて破れる原因になり、これが、窓箔14を通して取り出す電子12の平均電流密度を上げられない制限の一つになっていた。

【0015】(3) フィラメント8の加熱時に窓箔14が破れたときの課題

フィラメント8の加熱時に、不幸にして窓箔14が破れて真空容器4内に空気が入って真空容器4内が大気圧に戻った場合、窓箔14の交換は仕方ないとしても、それだけでは済まない。真空容器4内に空気が入ると、高温に加熱されているフィラメント8が全て焼け切れてしまう。しかも、それに伴って発生する不純物が、フィラメント8の周りのみならず、真空容器4内の殆どの箇所に付着する。従って、フィラメント8を全て交換すると共に、真空容器4内全体を清掃しなければならず、大変な手間がかかる。しかも、窓箔14と違って、フィラメント8は真空容器4内の奥まった所にあるので、交換および清掃作業は容易ではない。

【0016】そこでこの発明は、上述したフィラメントの発熱に起因する課題、各フィラメントから放出される電子が集中することに起因する課題およびフィラメント加熱時に窓箔が破れたときの課題を解決することのできる電子線照射装置を提供することを主たる目的とする。

【0017】

【課題を解決するための手段】この発明の電子線照射装置は、真空容器と、この真空容器内に配列されていて、多数のナノチューブおよびそれに対向するグリッドを有していて電界放出によって電子を放出する複数個の電子放出チップと、この各電子放出チップに電子を放出させる電圧を印加するグリッド電源と、前記各電子放出チップから放出された電子を加速する加速電源と、前記真空容器の内外の雰囲気を分離すると共に、前記各電子放出チップから放出されかつ加速された電子を透過させる窓箔とを備えることを特徴としている。

【0018】この電子線照射装置によれば、複数の電子放出チップから電子を放出させ、それを加速して窓箔を通して取り出すことができる。

【0019】各電子放出チップは、多数のナノチューブを有していて電界放出によって電子を放出するものであり、電子線照射装置の電子源として、フィラメントを用いずに、この電子放出チップを用いることによって、フィラメントに起因する上記課題を一挙に解決することができる。

【0020】即ち、各電子放出チップは、強電界によってナノチューブの表面から電子がトンネル効果によって真空中に放出される現象、即ち電界放出(field emission)によって電子を放出するものであり、原理的に発熱

は起こらない。即ち常温の電子源である。

【0021】従って、フィラメントの場合と違って、温度上昇によるアウトガス発生を惹き起こさないので、加速電圧を安定して印加することが可能になり、ひいては電子の加速および取り出しが安定になる。コンディショニング工程も不要になるか、極めて短くすることができる。

【0022】各電子放出チップからは、従来の線状のフィラメントの場合と違って、電子を面状に均一な分布で放出させることができる。このような電子放出チップを複数個配列することにより、電子発生の分散および均一化を図ることができるので、電子の局所的な集中を防いで、窓箔の長寿命化および破損防止を図ることができる。また、取り出した電子の平均電流密度を上げることも容易になる。

【0023】仮に窓箔が破れて真空容器内に空気が入って大気圧になっても、電子放出チップは常に常温状態にあるので、従来の高温に加熱したフィラメントの場合と違って、ナノチューブに物性的および機械的な変化は起こらない。起こったとしても、無視できる程度である。即ち、電子放出チップは、物性的および機械的な変化を起こさず、元のままである。従って、窓箔の交換のみで簡単にかつ速やかに装置を復帰させることができる。

【0024】

【発明の実施の形態】図1は、この発明に係る電子線照射装置の一例を示す概略断面図である。図5に示した従来例と同一または相当する部分には同一符号を付し、以下においては当該従来例との相違点を主に説明する。

【0025】この電子線照射装置は、前述したようなY方向に長い筒状(例えば円筒状)の真空容器4内に、複数個の電子放出チップ20をY方向に並べた構造をしている。この各電子放出チップ20は、通常はこの例のように、電界緩和用のY方向に長い筒状(例えば円筒状)のシールド電極6内に設けられる。

【0026】各電子放出チップ20は、図2に示すように、金属等の導体製の支持体26上に面状に配置された多数のナノチューブ24と、このナノチューブ24に対向するグリッド28とを有していて、電界放出によって電子22を放出するものである。各ナノチューブ24は、微視的に言えば、その先端がグリッド28側に向くように支持体26上に形成されている。支持体26とグリッド28との間は、セラミックス等の絶縁物30によって電気的に絶縁されている。グリッド28は、多孔状、網状または格子状等の電極である。

【0027】各ナノチューブ24は、極細線であり、例えば、その各々の直径は1~50nm程度であり、長さは10μm程度以上である。各ナノチューブ24は、例えば炭素から成り、その場合はカーボンナノチューブと呼ばれる。各ナノチューブ24の材質は、炭素、グラファイト、ダイヤモンド状炭素等の炭素系のものが、化学

的安定性、機械的強靭性等に優れている観点から好ましいけれども、それ以外のものでも良い。なお、カーボンナノチューブからの電界放出とディスプレイデバイスへの応用については、例えば、応用物理第69巻第3号(2000)314-317頁にも報告されている。

【0028】各電子放出チップ20には、より具体的にはそのナノチューブ24(この例ではそれを支える支持体26)とグリッド28との間には、前者を負極側にして、直流のグリッド電源32から、電子22を電界放出させるためのグリッド電圧 V_g が印加される。このグリッド電圧 V_g の大きさは、例えば、150V~1500V程度であり、これを高くするほど放出する電子22の量は増える。即ち、このグリッド電圧 V_g によって、各電子放出チップ20から放出する電子22の量を制御することができる。

【0029】各電子放出チップ20と真空容器4および窓箔14との間には、より具体的には各電子放出チップ20のナノチューブ24(この例ではそれを支える支持体26)と窓箔14等との間には、前者を負極側にして、直流の加速電源34から、各電子放出チップ20から放出された電子22を加速するための加速電圧 V_A が印加される。この加速電圧 V_A の大きさは、電子22の必要とするエネルギーに応じて選ばれる。例えば、数十kV~数百kV程度である。

【0030】各電子放出チップ20から放出されかつ加速された電子22は、真空容器4の内外の雰囲気を分離する前述したような窓箔14を透過させて真空容器4外に取り出され、被照射物16に照射される。これによって、被照射物16に、架橋、改質、硬化、殺菌等の処理を施すことができる。被照射物16は、例えば、前述したように、X方向に沿って(図1では紙面の表方向または裏方向に)搬送される。

【0031】各電子放出チップ20の(より具体的にはその電子放出面の)平面の大きさ、平面形状、各電子放出チップ20から放出する電子22の電流値、電子放出チップ20の個数、複数の電子放出チップ20の配列の仕方等は、取り出したい電子22の電流密度、全体の電流値、電子22の必要とする照射野の形状等に応じて決めれば良い。

【0032】例えば、1個の電子放出チップ20の電子放出面を一辺が14mmの正方形(面積 2 cm^2)とし、1個の電子放出チップ20から放出する電子22の電流値を20mAとする。この電子放出チップ20の電流密度は 10 mA/cm^2 であり、上記文献からも分かるように、十分に実現可能な値である。

【0033】そして例えば、1000mAの電子22を取り出したいときは、上記のような電子放出チップ20を50個、Y方向に1列に並べれば良い。このとき、照射幅を2mとする場合は、40mmピッチで並べれば良い。各電子放出チップ20間に間をあけたくなければ、

電子放出チップ20の平面形状を、正方形とせずにY方向に長い長方形にしても良い。

【0034】電子放出チップ20は単位チップ化しているので、あたかも床にタイル(チップ)を貼るように、電子線源全体の形状を自由に決めることができる。即ち、電子放出チップ20の並べ方次第で、電子22の照射野を自由に決めることができる。例えば、照射幅を大きくしたい場合は、複数個の電子放出チップ20をY方向に1列に必要な幅に並べれば良い。被照射物16のX方向の搬送速度を上げてその処理速度(スループット)を上げる等のために、電子22のX方向の幅を大きくしたい場合は、電子放出チップ20をY方向だけでなくX方向にも複数列並べれば良い。

【0035】この電子線照射装置は、次のような特長を有している。

【0036】(1) 各電子放出チップ20は、電界放出によって電子22を放出するものであり、原理的に発熱はなく、常温の電子源である。従って、従来のフィラメント8の場合と違って、電子放出チップ20およびそれに面する場所(例えばシールド電極6等)の温度上昇がなく、アウトガス発生を惹き起こさない。その結果、上記加速電圧 V_A が印加される箇所間でのアウトガス発生に伴う空間放電あるいは沿面放電がなくなるので、加速電圧 V_A を安定して印加することが可能になり、ひいては電子22の加速および取り出しが安定になる。あるいは逆に、余裕のできた分だけ電界強度を上げることができ、真空容器4を小さく作ることができる。また、正規に電子22を取り出す前の前述したコンディショニング工程も不要になるか、行うとしても極めて短くすることができる。

【0037】(2) 各電子放出チップ20からは、従来の線状のフィラメント8の場合と違って、電子22を面状に均一な分布で放出させることができる。このような電子放出チップ20を複数個配列することにより、電子発生の分散および均一化を図るので、電子22の局所的な集中を防いで、窓箔14の局所的な温度上昇を防ぐことができ、それによって窓箔14の長寿命化および破損防止を図ることができる。また、取り出した電子22の平均電流密度を上げることも容易になる。

【0038】(3) 仮に何らかの原因で窓箔14が破れて真空容器4内に空気が入って大気圧になってしまっても、各電子放出チップ20は常に常温状態にあるので、従来の高温に加熱したフィラメント8の場合と違って、ナノチューブ24に物性的および機械的な変化は起こらない。起こったとしても、無視できる程度である。即ち、電子放出チップ20は、物性的および機械的な変化を起さず、元のままである。従って、窓箔14の交換のみで簡単にかつ速やかに装置を復帰させることができる。従来のフィラメント8が焼損し、かつ真空容器4内を汚す現象とは大きな違いである。

【0039】(4) 各電子放出チップ20からの電子22の発生のオン、オフを、グリッド電源32からグリッド28に印加するグリッド電圧 V_g によって極めて高速で（例えばμ秒オーダーで）制御することができるのと、外部に取り出す電子22のオン、オフを極めて高速で行うことができる。従来のフィラメント8を用いた装置では、フィラメント8の加熱をオン、オフしても熱慣性によって電子12の発生を高速でオン、オフすることは不可能であり、しかもフィラメント8の寿命も短くなる。引出し電極10に印加する引出し電圧を制御しても、フィラメント8から電子12が発生し続いているので、電子12を完全にかつ高速でオン、オフするのは難しい。

【0040】(5) 従来のフィラメント8を並設した装置では、2本の線状のフィラメント8間で電子12の量が大きく低下するので、照射幅方向(Y方向)における電子量分布（即ち電流密度分布）の均一性を高めるのが難しかった。従来は例えば、照射幅が1mの場合、この均一性は±7.5%程度が限度であった。これに対してこの電子線照射装置では、前述したように、従来の線状のフィラメント8の場合と違って、各電子放出チップ20から電子22を面状にしかも均一な分布で放出させることができるので、照射幅方向における電子量分布の均一性が良くなる。従来の±7.5%よりも均一性を良くすることも可能になる。勿論、X方向の電子量分布の均一性も良くなる。

【0041】(6) 各電子放出チップ20ごとに、放出させる電子22の電流値を制御することも容易であるので、これによって電子量分布の均一性をより良くすることも可能である。その具体例を以下に説明する。

【0042】図3は、各電子放出チップ20から放出する電子22の量を一定に制御する制御回路を各電子放出チップ20ごとに設けている例である。そのようにすると、個々の電子放出チップ20ごとに制御することができ、きめ細かな制御が可能になるので、電子量分布の均一性をより一層高めることができる。

【0043】この図3の例では、各電子放出チップ20ごとに、より具体的には加速電源34と各電子放出チップ20のナノチューブ24とを接続する回路に、そこを流れるカソード電流 I_k を一定に制御する定電流制御回路36を挿入している。

【0044】各電子放出チップ20において、それから放出する電子22の電流（電子電流） I_E と、ナノチューブ24に流れる上記カソード電流 I_k と、グリッド電源32からグリッド28に流れるグリッド電流 I_g との間には、次の関係が成立する。

【0045】

$$【数1】 I_k = I_E + I_g$$

【0046】電子電流 I_E とグリッド電流 I_g との比（例えば I_E / I_g ）は、電子放出チップ20の構造に

よって一義的に決まる定数と考えても差し支えないのと、グリッド電圧 V_g が一定の場合、カソード電流 I_k を一定に制御することによって、電子電流 I_E を一定に制御することができる。

【0047】各定電流制御回路36は、能動素子やフィードバック回路を有する自動制御回路でも良いし、単なる抵抗器でも良い。各定電流制御回路36を自動制御回路とする場合は、外部からの制御信号に基づいてカソード電流 I_k ひいては電子電流 I_E を制御するようにも良い。外部からのフィードバック信号に基づいてリアルタイムで制御するようにも良い。各定電流制御回路36を抵抗器とした場合、その抵抗値をRとすると、そこでの電圧降下 V_d は次式で表される。

【0048】

$$【数2】 V_d = R \cdot I_k$$

【0049】電子電流 I_E が増えると上記のようにそれに応じてカソード電流 I_k も増え、電圧降下 V_d が大きくなり、電子電流 I_E は減少する。逆もしかりである。これによって、定電流制御回路36が単なる抵抗器であっても、各電子放出チップ20から放出する電子22の量（即ち電子電流 I_E ）を一定に制御することができる。

【0050】なお、厳密に見れば、電子22の加速エネルギーは、上記電圧降下 V_d の変動分だけ変動するけれども、通常は加速電圧 V_A は例えば100kV前後もあり、電圧降下 V_d はせいぜい1kV程度でありその変動分は更に小さいので、電子22の加速エネルギーの変動は実用上は無視することができる。

【0051】図4は、前記複数個の電子放出チップ20を複数のグループに分け、この各グループから放出する電子22の量を一定に制御する制御回路を設けている例である。そのようにすると、制御回路の数を減らすことができるので、構成の簡素化および低コスト化を図ることができる。

【0052】この図4の例では、各グループのナノチューブ24を互いに電気的に並列接続してその接続部と加速電源34とを接続する回路に、前述したような定電流制御回路36を挿入している。この定電流制御回路36による動作は、グループごとに制御する以外は、図3の例の場合と同様であるので、ここではその説明を省略する。

【0053】(7) 従来の複数本のフィラメント8を用いた装置では、その加熱用の大きな電力（例えば数kW程度）を大地電位部から、前述した加速電圧を絶縁する絶縁変圧器を経由して供給しなければならず、またフィラメント8用に低電圧化するフィラメント変圧器が高電圧部に必要であり、構成が複雑かつ大がかりになる。各フィラメント8からの熱に対処する部品も必要である。これに対してこの電子線照射装置では、各電子放出チップはフィラメントとは全く異なるので、フィラメン

トに関する上記のような絶縁変圧器、フィラメント変圧器は不要である。熱対策部品も不要である。従って、機器構成の簡素化および装置の小型化を図ることができる。

【0054】

【発明の効果】この発明は、上記のとおり構成されているので、次のような効果を奏する。

【0055】請求項1記載の発明によれば、電子源として、フィラメントではなく、多数のナノチューブを有していて電界放出によって電子を放出する電子放出チップを備えているので、フィラメントに起因する従来技術の課題を一挙に解決することができる。即ち、次の効果を奏する。

【0056】(1) 各電子放出チップは、電界放出によって電子を放出するものであり、原理的に発熱はなく、常温の電子源である。従って、フィラメントの場合と違って、温度上昇によるアウトガス発生を惹き起こさないので、加速電圧を安定して印加することが可能になり、ひいては電子の加速および取り出しが安定になる。コンディショニング工程も不要になるか、極めて短くすることができる。

【0057】(2) 各電子放出チップからは、従来の線状のフィラメントの場合と違って、電子を面状に均一な分布で放出させることができる。このような電子放出チップを複数個配列することにより、電子発生の分散および均一化を図るので、電子の局所的な集中を防いで、窓箔の長寿命化および破損防止を図ることができる。また、取り出した電子の平均電流密度を上げることも容易になる。

【0058】(3) 仮に窓箔が破れて真空容器内に空気が入って大気圧になっても、電子放出チップは常に常温状態にあるので、従来の高温に加熱したフィラメントの場合と違って、ナノチューブは、ひいては電子放出チップは、物性的および機械的な変化を起こさない。従って、窓箔の交換のみで簡単にかつ速やかに装置を復帰させることができる。

【0059】(4) 各電子放出チップからの電子の発生のオン、オフを、グリッド電源からグリッドに印加する電圧によって極めて高速で制御することができるので、外部に取り出す電子のオン、オフを極めて高速で行うことができる。

【0060】(5) 従来の線状のフィラメントの場合と

違って、各電子放出チップから電子を面状にしかも均一な分布で放出させることができるので、取り出す電子量分布の均一性を良くすることができる。

【0061】(6) 各電子放出チップはフィラメントとは全く異なるので、フィラメントに関する従来のような絶縁変圧器、フィラメント変圧器は不要であり、熱対策部品も不要である。従って、機器構成の簡素化および装置の小型化を図ることができる。

【0062】請求項2記載の発明によれば、取り出す電子量分布の均一性をより良くすることができる、という更なる効果を奏する。しかも、個々の電子放出チップごとに制御することができ、きめ細かな制御が可能になるので、電子量分布の均一性をより一層高めることができます。

【0063】請求項3記載の発明によれば、取り出す電子量分布の均一性をより良くすることができる、という更なる効果を奏する。しかも、グループ化することによって制御回路の数を減らすことができるので、構成の簡素化および低コスト化を図ることができます。

【図面の簡単な説明】

【図1】この発明に係る電子線照射装置の一例を示す概略断面図である。

【図2】図1中の電子放出チップの1個を拡大して電源と共に示す図である。

【図3】制御回路を各電子放出チップごとに設けた例を示す回路図である。

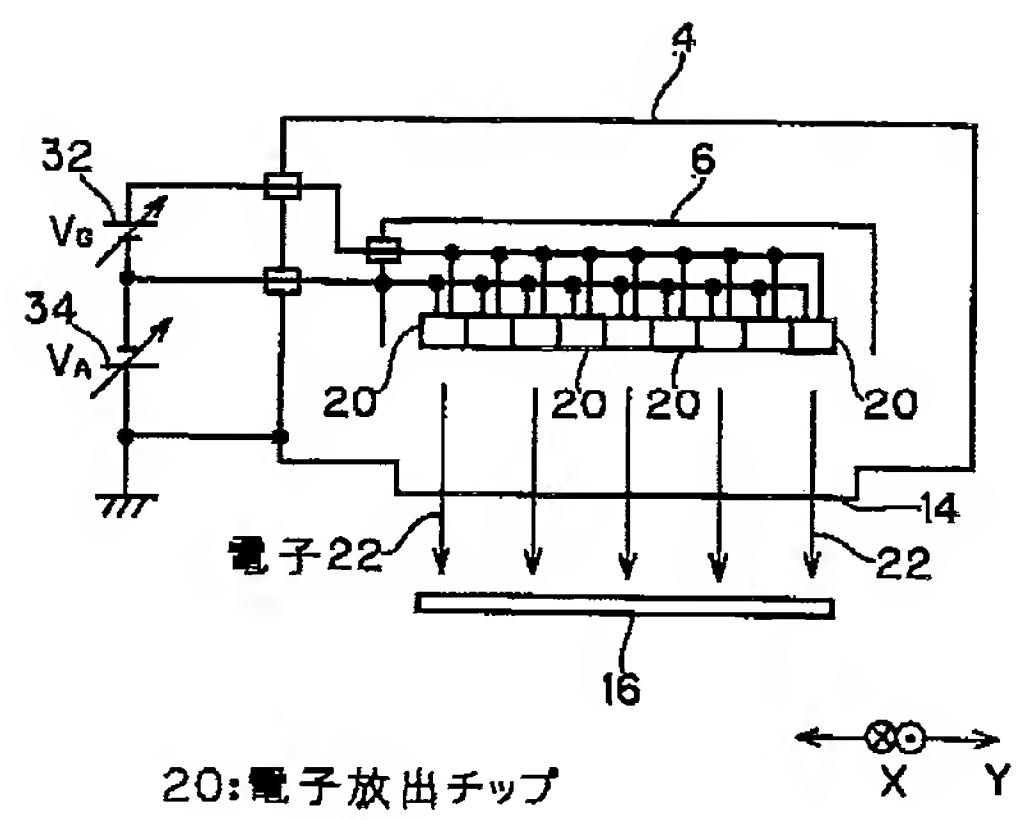
【図4】制御回路を電子放出チップのグループごとに設けた例を示す回路図である。

【図5】従来の電子線照射装置の一例を示す斜視図である。

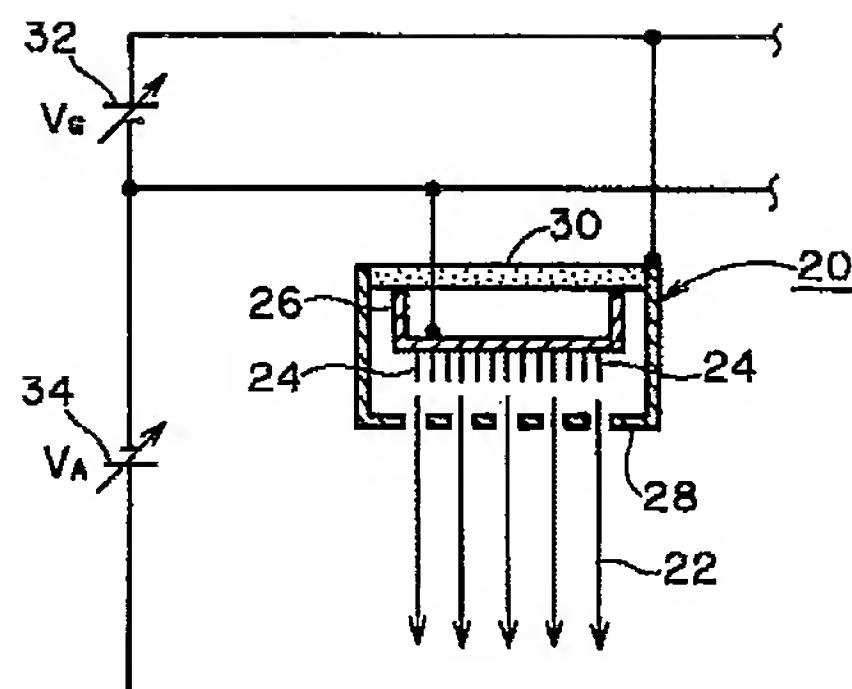
【符号の説明】

- 4 真空容器
- 14 窓箔
- 16 被照射物
- 20 電子放出チップ
- 22 電子
- 24 ナノチューブ
- 28 グリッド
- 32 グリッド電源
- 34 加速電源
- 36 定電流制御回路

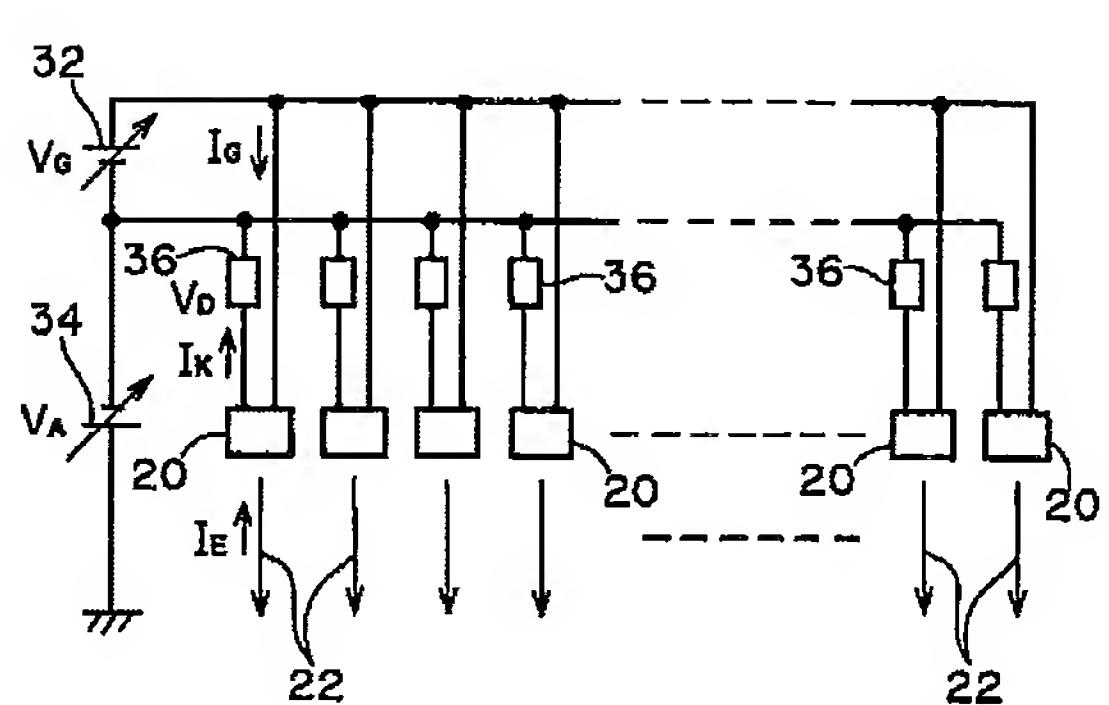
【図1】



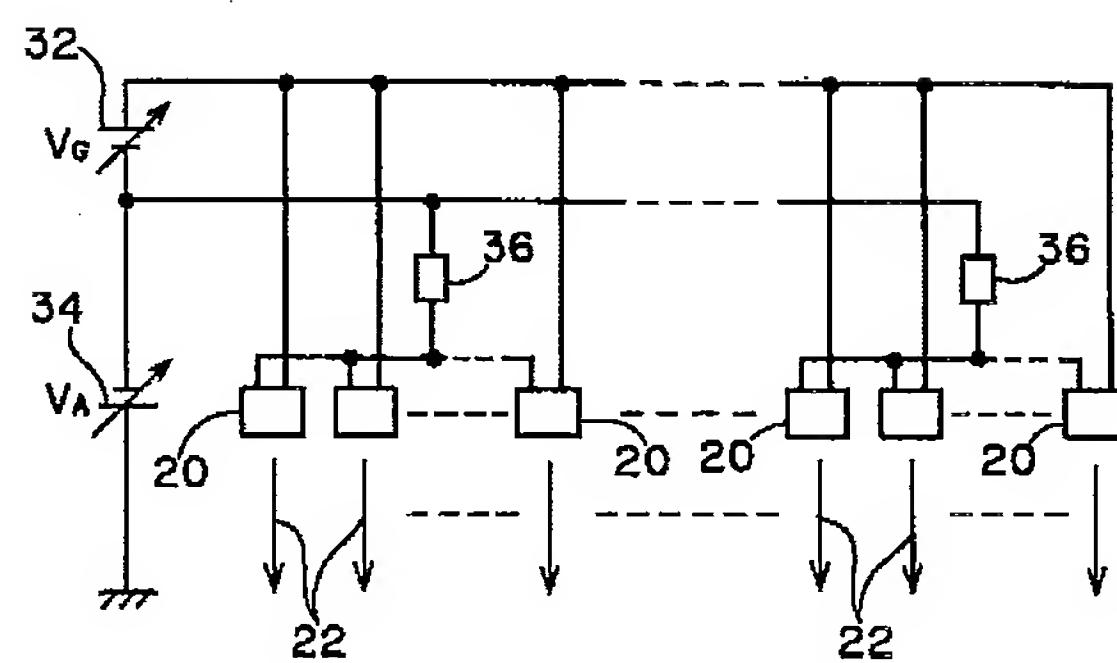
【図2】



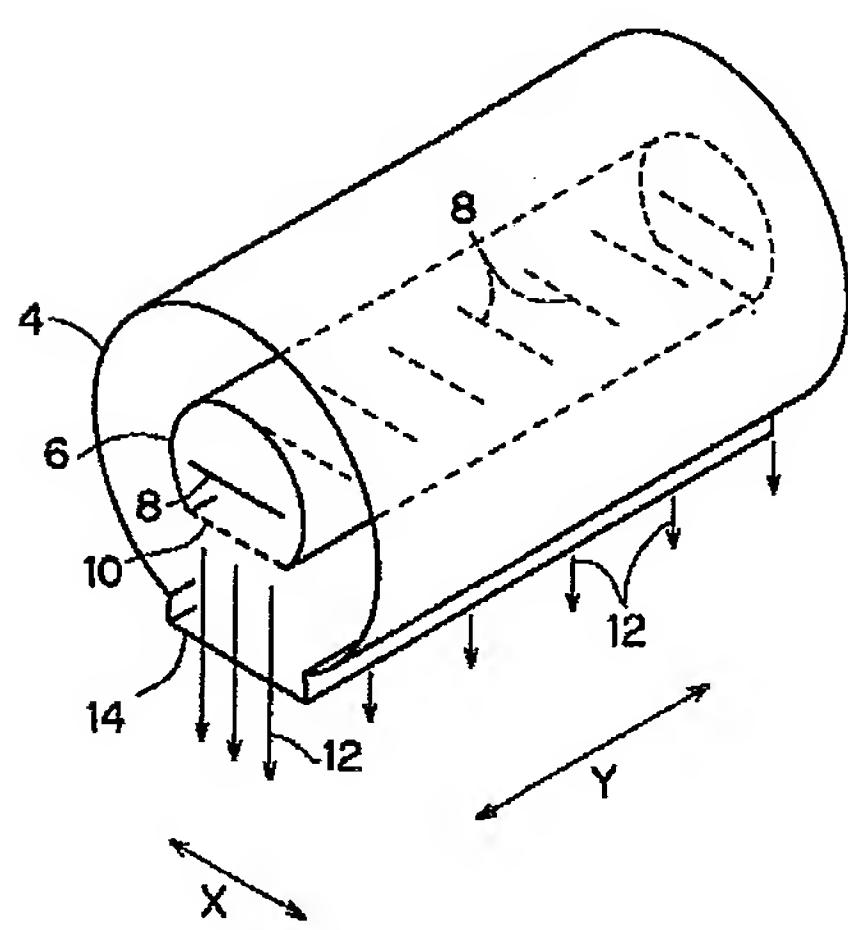
【図3】



【図4】



【図5】



フロントページの続き

(72)発明者 錦見 敏朗
京都府京都市右京区梅津高畠町47番地 日
新ハイボルテージ株式会社内

F ターム(参考) 4C058 BB06 KK01 KK21 KK32
4G075 AA30 BA05 BB10 CA24 CA65
DA02 EA02 EB21 EC21 ED13
FA20 FB02 FB03 FB04